




Protective zone device for a vehicle

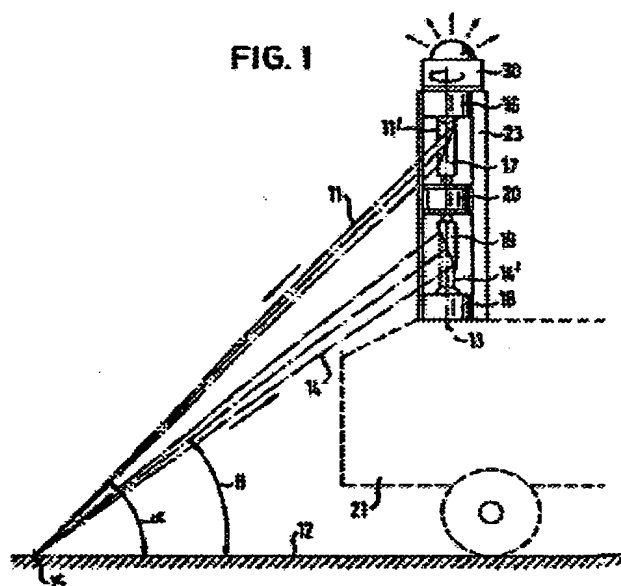
Patent number: US4668859
Publication date: 1987-05-26
Inventor: WINTERER HERMANN (DE)
Applicant: SICK OPTIK ELEKTRONIK ERWIN (DE)
Classification:
- **International:** G01V9/04; B60T7/16; B62D1/24
- **European:** G01S17/93
Application number: US19850742167 19850606
Priority number(s): DE19843423536 19840626

Also published as:

 EP0170038 (A1)
 DE3423536 (A1)
 EP0170038 (B1)

Abstract of US4668859

A protective zone apparatus on a vehicle capable of travelling along a path has a light transmitter (16) and a light receiver (18). The transmitted light beam (11) is obliquely directed onto the path of travel (12) at a first fixed angle (α) and executes a scanning movement about an axis (13) perpendicular to the path of travel (12). The received light beam extends at a second fixed angle (β) from the point of impingement (15) of the transmitted light beam (11) on the path of travel (12) to the perpendicular axis (13) and executes a scanning movement synchronous with that of the transmitted light beam (11). An electronic processing circuit transmits a control signal which stops the vehicle if an obstacle arises in the protective zone (FIG. 1).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 34 23 536.1
②② Anmeldetag: 26. 6. 84
④③ Offenlegungstag: 2. 1. 86

DE 3423536 A1

⑦① Anmelder:
Erwin Sick GmbH Optik-Elektronik, 7808 Waldkirch,
DE

⑦④ Vertreter:
Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Finsterwald, M.,
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000 München;
Rotermund, H., Dipl.-Phys., 7000 Stuttgart; Heyn, H.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Erfinder:
Winterer, Hermann, 7800 Freiburg, DE

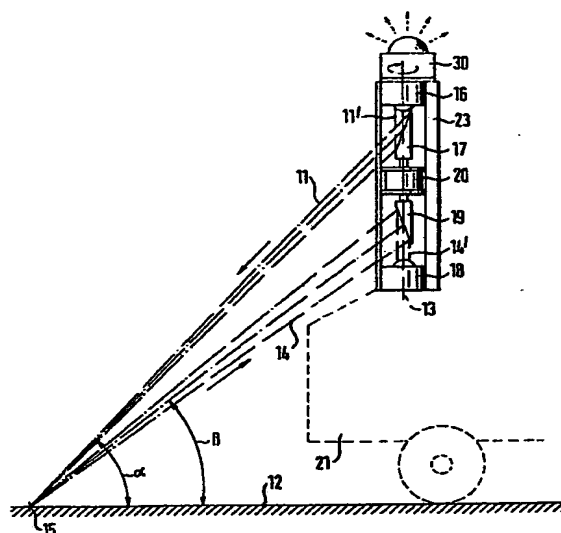
⑤⑥ Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-AS	29 06 494
DE-OS	33 15 288
DE-OS	31 21 684
DE-OS	30 46 611
DE-OS	30 34 511
DE-OS	30 20 483
DE-OS	25 10 537
DE-OS	23 49 628
EP	00 83 544

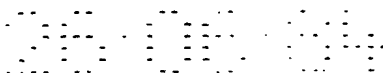
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung an einem Fahrzeug

Eine lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung an einem entlang einer Fahrbahn (12) fahrenden Fahrzeug (21) weist einen Lichtsender (16) und einen Lichtempfänger (18) auf. Das Sendelichtbündel (11) ist unter einem ersten festen Winkel (α) schräg von oben auf die Fahrbahn (12) gerichtet und führt eine Abtastbewegung um eine zur Fahrbahn (12) senkrechte Achse (13) aus. Das Empfangslichtbündel verläuft unter einem zweiten festen Winkel (β) von der Auftreffstelle (15) des Sendelichtbündels (11) auf der Fahrbahn (12) zu der senkrechten Achse (13) und führt eine mit der des Sendelichtbündels (11) synchrone Abtastbewegung aus. Eine elektronische Auswerteschaltung gibt beim Eintritt eines Hindernisses in die Schutzzone ein das Fahrzeug stillsetzendes Steuersignal ab (Fig. 1).



DE 3423536 A1



3423536

MANITZ, FINSTERWALD & ROTERMUND

Erwin Sick GmbH
Optik-Elektronik
Sebastian-Kneipp-Str. 1

7808 Waldkirch i.Br.

DEUTSCHE PATENTANWÄLTE
DR. GERHART MANITZ · DIPL.-PHYS.
MANFRED FINSTERWALD · DIPL.-ING., DIPL.-WIRTSCH.-ING.
HANNES-JÖRG ROTERMUND · DIPL.-PHYS.
DR. HELIANE HEYN · DIPL.-CHEM.
WERNER GRÄMKOW · DIPL.-ING. (1939-1982)

BRITISH CHARTERED PATENT AGENT
JAMES G. MORGAN · B. SC. (PHYS.), D.M.S.

ZUGELASSENE VERTRETER BEIM EUROPÄISCHEN PATENTAMT
REPRESENTATIVES BEFORE THE EUROPEAN PATENT OFFICE
MANDATAIRES AGRÉÉS PRÈS L'OFFICE EUROPÉEN DES BREVETS

8000 MÜNCHEN 22 · ROBERT-KOCH-STRASSE 1
TELEFON (0 89) 22 42 11 · TELEX 5 29 672 PATMF
TELEFAX (0 89) 29 75 75 (Gr. II + III)
TELEGRAMME INDUSTRIEPATENT MÜNCHEN

München, den 26.6.1984

S/Ha-S 3998

Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung an einem Fahrzeug

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung an einem entlang einer Fahrbahn fahrenden Fahrzeug mit einem Lichtsender, der ein Sendelichtbündel in eine am Fahrzeug befindliche Schutzzone schickt, und mit einem Lichtempfänger, der ein Empfangslichtbündel aus der Schutzzone empfängt und an eine elektronische Auswerteschaltung angeschlossen ist, die beim Eintritt eines Hindernisses in die Schutzzone ein das Fahrzeug stillsetzendes Steuersignal abgibt, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Sendelichtbündel (11) unter einem ersten festen Winkel (α) schräg von oben auf die Fahrbahn (12) gerichtet ist und eine Abtastbewegung um eine zur Fahrbahn (12) senkrechte Achse (13) ausführt und daß das Empfangslichtbündel (14)

unter einem zweiten festen Winkel (β), der von dem ersten Winkel (α) verschieden ist, von der Auftreffstelle (15) des Sendelichtbündels (11) auf der Fahrbahn (12) zu der vertikalen Achse (13) verläuft und eine mit der des Sendelichtbündels (11) synchrone Abtastbewegung ausführt.

2. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste feste Winkel (α) 30 bis 70°, vorzugsweise 40 bis 60° und insbesondere etwa 45° beträgt.
3. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite feste Winkel (β) kleiner als der erste feste Winkel (α) ist.
4. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite feste Winkel (β) um 5 bis 15°, insbesondere etwa 10° kleiner als der erste feste Winkel (α) ist.
5. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Achse des fest angeordneten Lichtsenders (16) mit der senkrecht auf der Fahrbahn (12) stehenden Achse (13) zusammenfällt und sein Ausgangslichtbündel (11') auf einen um die vertikale Achse (13) drehbaren Sendeumlenkspiegel (17) auftrifft, der das Sendelichtbündel (11) bildet.
6. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Achse des fest angeordneten Lichtempfängers (18) mit der senkrecht auf der Fahrbahn (12) stehenden Achse (13) zusammenfällt und sein Eintrittslichtbündel (14') von einem um die senkrechte

Achse (13) drehbaren Empfangsumlenkspiegel (14) reflektiert wird, indem das Empfangslichtbündel (14) auf den Empfangsumlenkspiegel (19) auftrifft.

7. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sendeumlenkspiegel (17) und der Empfangsumlenkspiegel (19) von ein und demselben Motor (20) zu einer Drehbewegung angetrieben sind.
8. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie an der Vorderseite des Fahrzeugs (21) in der Mitte angeordnet ist und die Schutzzone (22) die Vorderseite des Fahrzeugs (21) umgibt.
9. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils eine Schutzzonenvorrichtung im Bereich jeder Vorderecke des Fahrzeugs (21) angeordnet ist und zwei Schutzzone (22', 22'') jeweils die Vorderecken des Fahrzeuges (22) umgeben.
10. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtsender (16) und der Lichtempfänger (18) in einem gemeinsamen Gehäuse (23) untergebracht sind.
11. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß alle den Tastabstand beeinflussenden Eingriffe (z.B. Hindernisse auf der Fahrbahn) über den Lichtempfänger (18) registriert und in der nachge-

geschalteten Auswerteelektronik zur Auslösung des das Fahrzeug anhaltenden Steuersignals verarbeitet werden.

12. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Lichtempfänger (18) nachgeschaltete Auswerteelektronik nach dem Ruhestromprinzip arbeitet.
13. Lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweils projektspezifisch geforderte Sichtbereich (Kreisbogen des Sendelichtbündels) kontinuierlich einstellbar bzw. begrenzbare ist.

Die Erfindung betrifft eine lichtelektrische Schutzzonen-
vorrichtung an einem entlang einer Fahrbahn fahrenden
Fahrzeug mit einem Lichtsender, der ein Sendelichtbündel
in eine am Fahrzeug befindliche Schutzzone schickt, und
mit einem Lichtempfänger, der ein Empfangslichtbündel aus
der Schutzzone empfängt und an eine elektronische Aus-
werteschaltung angeschlossen ist, die beim Eintritt eines
Hindernisses in die Schutzzone ein das Fahrzeug still-
setzendes Steuersignal abgibt.

Derartige Schutzzonenvorrichtungen sind bei fahrerlosen,
ferngesteuerten Fahrzeugen erforderlich, um bei plötz-
lichen auftauchenden Gefahren, wie sie z.B. von im Fahr-
weg stehenden Hindernissen oder Personen ausgehen können,
den Kraftantrieb bzw. die Bewegung des Fahrzeuges sofort
stillzusetzen. Hierzu hat man bisher neben oder vor dem
Fahrzeug durch Lichtschranken gesicherte Schutzzonen ge-
schaffen oder am Fahrzeug Schaltleisten angeordnet, die
bei Kontakt mit einem Hindernis ein Fahrzeugstoppsignal
auslösen.

Weder mit der Schaltleisten- noch mit der Lichtschranken-
absicherung läßt sich aber eine rechtzeitige Auslösung
eines Fahrzeug-Stoppsignals verwirklichen, was insbeson-
dere darauf zurückzuführen ist, daß die durch die bekannten
Anordnungen gebildeten Schutzzonen zu nahe an den Außen-
berandungen des Fahrzeuges liegen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine licht-
elektrische Schutzzonenvorrichtung der eingangs genannten
Gattung zu schaffen, mittels der die Schutzzone um das
Fahrzeug herum und insbesondere im Bereich der Ecken eine
ausreichende Ausdehnung in Richtung vom Fahrzeug weg
haben kann, so daß ein Hindernis rechtzeitig vor der
Ankunft des Fahrzeuges signalisiert werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß das Sendelichtbündel unter einem ersten festen Winkel schräg von oben auf die Fahrbahn gerichtet ist und eine Abtastbewegung um eine zur Fahrbahn senkrechte Achse ausführt und daß das Empfangslichtbündel unter einem zweiten festen Winkel, der von dem ersten Winkel verschieden ist, von der Auftreffstelle des Sendelichtbündels verläuft und eine mit der des Sendelichtbündels synchrone Abtastbewegung ausführt.

Die Erfindung schafft also um die zu schützenden Bereiche des Fahrzeuges herum einen homogenen Lichtvorhang in Form eines Lichtkegels, so daß nicht nur alle auf der Fahrbahn stehenden Hindernisse aufgrund ihrer sich von der Fahrbahn abhebenden Höhendifferenz erkannt werden, sondern auch ein Hintertreten der Schutzzone sicher erfaßt und registriert werden kann.

Zusätzlich zu der erfindungsgemäßen Schutzzonenvorrichtung können auch noch Schaltleisten am Fahrzeug vorgesehen sein, wodurch eine optimale Absicherung verwirklicht wird.

Von besonderer Bedeutung für die Erfindung ist es, daß der Tastabstand des im Kreisbogen um die senkrecht auf der Fahrbahn stehende Achse geführten Sende- und Empfangslichtbündels in jedem Augenblick der Abtastbewegung stets gleich groß ist, d.h., daß die abstandsmäßige Zuordnung der punktuell angestrahlten Fahrbahn (Reflexionsebene) zum Lichtempfänger über den gesamten Fahrstrahlweg konstant bleibt.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Anordnung können sogar für das Fahrzeug gefährliche Bodenerhebungen oder -vertiefungen zur Anzeige gebracht werden; weiter können aufgrund des kegelförmigen Lichtvorhanges sowohl große Hindernisse, wie Personen, genauso erkannt werden wie

kleinere Hindernisse, z.B. Haustiere.

Bezüglich des ersten festen Winkels sieht die Erfindung zweckmäßigerweise vor, daß dieser 30 bis 70°, vorzugsweise 40 bis 60° und insbesondere etwa 45° beträgt.

Der zweite feste Winkel soll kleiner als der erste feste Winkel sein, wobei der Winkel zwischen dem Sendelichtbündel und dem Empfangslichtbündel bevorzugt 5 bis 15° und insbesondere etwa 10° betragen soll.

Eine besonders bevorzugte bauliche Verwirklichung der Erfindung ist so ausgebildet, daß die optische Achse des fest angeordneten Lichtsenders mit der senkrecht auf der Fahrbahn stehenden Achse zusammenfällt und sein Ausgangslichtbündel auf einen um die vertikale Achse drehbaren Sendeumlenkspiegel auftrifft, der das Sendelichtbündel bildet. In diesem Fall ist zweckmäßigerweise weiter vorgesehen, daß die optische Achse des fest angeordneten Lichtempfängers mit der senkrecht auf der Fahrbahn stehenden Achse zusammenfällt und sein Eintrittslichtbündel von einem um die senkrechte Achse drehbaren Empfangsumlenkspiegel reflektiert wird, indem das Empfangslichtbündel auf den Empfangsumlenkspiegel auftrifft.

Um den erforderlichen synchronen Antrieb der beiden Umlenkspiegel zu gewährleisten, sind zweckmäßigerweise der Sendeumlenkspiegel und der Empfangsumlenkspiegel von ein und demselben Motor zu einer Drehbewegung angetrieben.

Eine erste Möglichkeit der Anordnung der Schutzzonenvorrichtung besteht darin, daß sie an der Vorderseite des Fahrzeugs in der Mitte angeordnet ist und die Schutzzone die Vorderseite des Fahrzeugs umgibt.

Es ist aber auch möglich, daß jeweils eine Schutzzonen-
vorrichtung im Bereich jeder Vorderecke des Fahrzeugs
angeordnet ist und zwei Schutzzonen jeweils die Vorder-
ecken des Fahrzeuges umgeben.

Zweckmäßigerweise sind der Lichtsender und der Licht-
empfänger in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht.

Die Erfindung gewährleistet es, daß alle den Tastab-
stand beeinflussenden Eingriffe (z.B. Hindernisse auf
der Fahrbahn) über den Lichtempfänger registriert und
in der nachgeschalteten Auswerteelektronik zur Auslösung
des das Fahrzeug anhaltenden Steuersignals verarbeitet
werden.

Um ein etwaiges Versagen der Schutzzonenvorrichtung zur
Anzeige oder zur Auslösung eines Fahrzeugstoppsignals
ausnutzen zu können, soll die dem Lichtempfänger nachge-
schaltete Auswerteelektronik nach dem Ruhestromprinzip
arbeiten. Mit anderen Worten wird bei freier Fahrbahn vom
Lichtempfänger Licht empfangen, was einen Ruhestrom in
der Auswerteelektronik zur Folge hat. Sowohl bei einem
Versagen der Schutzzonenvorrichtung als auch beim Auf-
treten eines Hindernisses erniedrigt sich dieser Ruhe-
strom oder verschwindet ganz.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn der jeweils projekt-
spezifisch geforderte Sichtbereich (Kreisbogen des Sende-
lichtbündels) kontinuierlich einstellbar bzw. begrenzzbar
ist. Da die Umlenkspiegel oder sonstigen die Abtastbe-
wegung hervorruafenden mechanischen Elemente am besten
kontinuierlich rotieren, wird die Begrenzung des Abtast-
bereiches zweckmäßigerweise durch elektronische Austastung
der nicht zu überwachenden Zonen herbeigeführt.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Seitenansicht des vorderen Bereiches eines mit der erfindungsgemäßen Schutzzonenvorrichtung ausgestatteten Fahrzeuges,
- Fig. 2 eine Draufsicht des Fahrzeuges nach Fig. 1, wobei angenommen wird, daß das Fahrzeug sich in einem zwischen zwei Regalen befindlichen Gang bewegt,
- Fig. 3 eine schematische Draufsicht eines von drei Fahrzeugen eingehaltenen Fahrweges auf einer Fahrbahn und
- Fig. 4 eine Draufsicht eines mit zwei Schutzzonenvorrichtungen ausgestatteten Fahrzeuges.

Nach Fig. 2 ist das die erfindungsgemäße lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung enthaltende Gehäuse 23 an der Vorderwand eines auf einer ebenen Fahrbahn 12 laufenden Fahrzeuges befestigt. Neben der als Gang ausgebildeten Fahrbahn 12 sind Regale 24 aufgestellt.

Nach Fig. 1 sind in dem Gehäuse 23 senkrecht übereinander ein Lichtempfänger 18, ein um eine vertikale Achse 13 drehbarer Empfangsumlenkspiegel 19, ein Elektromotor 20, ein um die gleiche vertikale Achse 13 drehbarer Sendeumlenkspiegel 17 und ein Lichtsender 16 angeordnet. Die optische Achse des Lichtsenders 16 und des Lichtempfängers 18 fällt mit der vertikalen Achse 13 zusammen, um die die Umlenkspiegel 17, 19 und der Motor 20 drehbar ist.

Das entlang der optischen Achse des Lichtsenders 16 austretende Lichtbündel 11' wird an dem Sendeumlenkspiegel 17 derart schräg als Sendelichtbündel 11 nach unten reflektiert, daß das Sendelichtbündel 11 mit der Fahrbahn 12 einen festen Winkel α von etwa 45° einschließt. Die Auftreffstelle 15 des Sendelichtbündels 11 liegt deutlich vor dem vorderen Rand des Fahrzeuges 21. Durch geeignete Wahl des Winkels α und/oder der Höhe des Gehäuses 23 kann der Abstand der Auftreffstelle 15 vom Fahrzeug auf einen gewünschten Wert eingestellt werden.

Wenn der gemeinsam den Sendeumlenkspiegel 17 und den Empfangsumlenkspiegel 19 antreibende Motor 20 eingeschaltet wird, führt das Sendelichtbündel 11 eine Kreisbewegung auf einer Kegelfläche aus, und die Auftreffstelle 15 beschreibt gemäß Fig. 2 einen Kreisbogen 25.

Die in der Zeichnung nicht dargestellte Auswerteelektronik tastet jedoch aus dem gesamten Kreisbogen 25 nur den Sektor 27 aus, welcher so gewählt ist, daß die Auftreffstelle 15 des Sendelichtbündels 11 nicht in den Bereich der Regale 24 gelangt, es sei denn, daß das Fahrzeug 21 von seinem Sollweg abweicht.

Von der Auftreffstelle 15 wird ein Teil des reflektierten Lichtes als Empfangslichtbündel 14 zum Empfangsumlenkspiegel 19 zurückreflektiert, welcher durch den Motor 20 synchron mit dem Sendeumlenkspiegel 17 angetrieben wird. Die Neigung des ebenen Empfangsumlenkspiegels 19 ist so gewählt, daß das Empfangslichtbündel 14, welches einen kleineren Winkel β mit der Fahrbahn 12 als das Sendelichtbündel 11 einschließt, als mit der optischen Achse bzw. der vertikalen Achse 13 ausgerichtetes Lichtbündel 14' in den Lichtempfänger 18 eintritt.

In jeder Winkelstellung der Umlenkspiegel 17, 19 sind die optischen Tastverhältnisse aufgrund der erfindungsgemäßen Kreiskegelanordnung völlig gleich, so daß auch die Empfindlichkeit der Schutzzonenvorrichtung im gesamten Schutzzonenbereich die gleiche ist.

Fig. 3 zeigt zwei mit einer in der Mitte des Fahrzeugs 21 angeordneten erfindungsgemäßen Schutzzonenvorrichtung, von der jeweils nur das Gehäuse 23 und das Sendelichtbündel 11 schematisch angedeutet sind. Die durch die erfindungsgemäße lichtelektrische Schutzzonenvorrichtung definierte kreisförmige Schutzzone 22 ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Der wirksame Überwachungssektor 27, der durch Austastung mittels der Auswerteelektronik geschaffen wird, erstreckt sich seitlich bis über die Vorderecken der Fahrzeuge 21 hinaus.

In den Fig. 3 und 4 ist auch ein Fahrzeug 21 gezeigt, bei dem im Bereich der vorderen Ecken zwei erfindungsgemäße Schutzzonenvorrichtungen mit je einem Gehäuse 23 angeordnet sind, die jeweils eine um die Vorderecken des Fahrzeuges 21 symmetrisch herumgreifende Schutzzone 22' definieren. Hierdurch wird das Ansprechen der Schutzzonenvorrichtung auf in die Eckbereiche eintretende Hindernisse optimiert.

Zusätzlich kann an den Fahrzeugseiten auch noch jeweils eine Schaltleiste 29 vorgesehen sein, um auch beim seitlichen Anstoßen an das Fahrzeug 21 ein Stoppsignal über die Auswerteelektronik auslösen zu können.

Auf dem Gehäuse 23 kann auch noch eine rotierende Warnblinklampe 30 angeordnet sein, welche bei einer Hindernismeldung in Gang gesetzt wird, damit das dadurch stehengebliebene Fahrzeug leicht ermittelt werden kann.

Die Drehzahl des Motors 20 bzw. der Umlenkspiegel 17, 19 kann z.B. 1.200 UpM betragen.

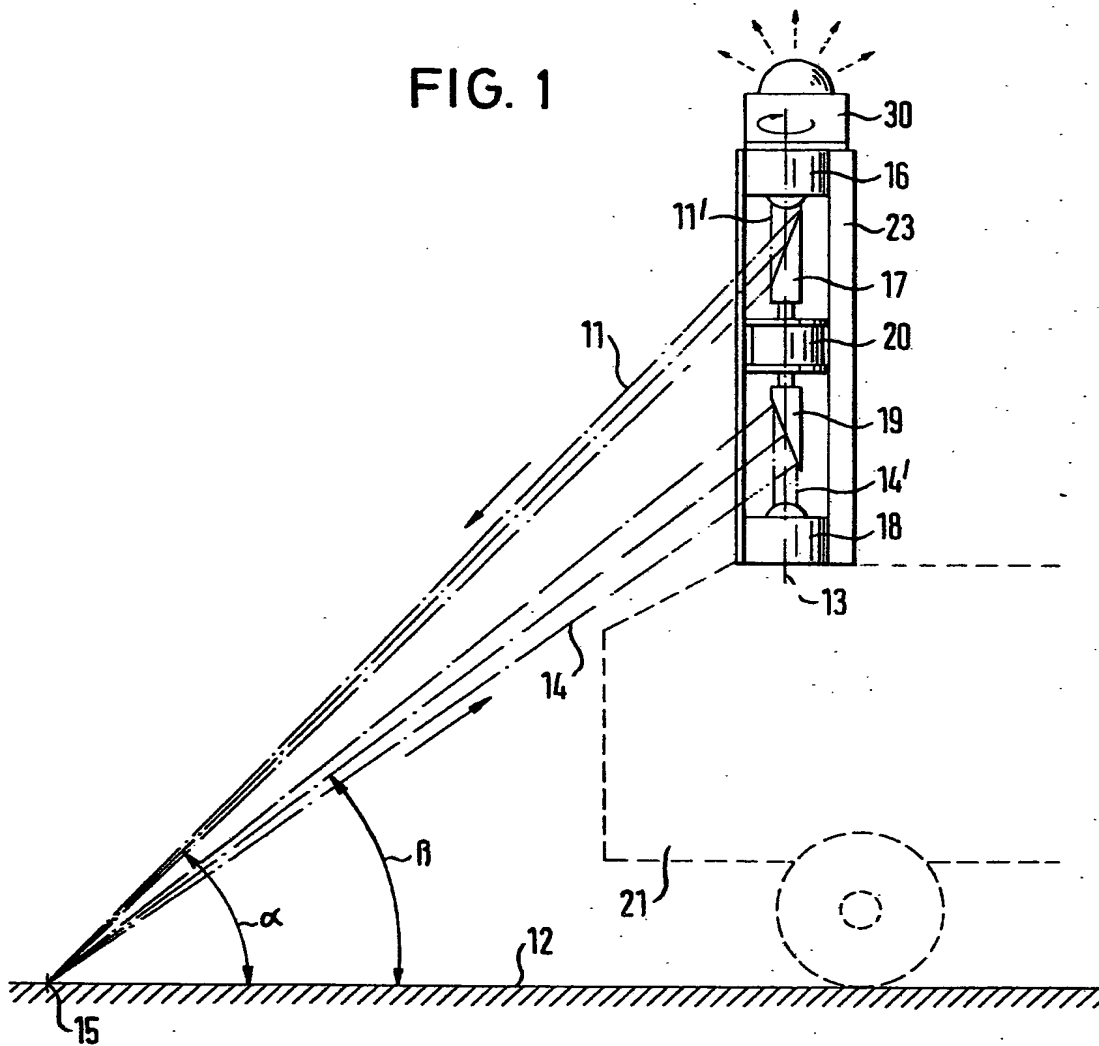
Der Abstand der Auftreffstelle 15 von der senkrechten Achse 13 soll z.B. 1 m betragen.

- 13.
- Leerseite -

-17-

Nummer:	34 23 536
Int. Cl. 4:	G 01 S 17/88
Anmeldetag:	26. Juni 1984
Offenlegungstag:	2. Januar 1986

FIG. 1



The diagram illustrates a mechanical assembly, possibly a valve or actuator, shown in a cross-sectional view. The main housing is labeled 12. A central rotating component, labeled 25, is shown with a curved arrow indicating its direction of rotation. A piston rod, labeled 13, is connected to a piston, labeled 21, which is positioned within a chamber. The piston rod is also connected to a lever arm, labeled 15, which is pivoted at a point, labeled 30. The lever arm is shown in a position where it is about to move, as indicated by a curved arrow, labeled 27. The lever arm is connected to a component, labeled 23, which is part of the rotating assembly. The entire assembly is housed within a structure, labeled 24, which has a diamond-shaped pattern on its sides. The diagram also shows a cross-section of a fluid medium, labeled 11, and a cross-section of a piston, labeled 23. The piston is shown in a position where it is about to move, as indicated by a curved arrow, labeled 27. The piston rod is connected to a lever arm, labeled 15, which is pivoted at a point, labeled 30. The lever arm is shown in a position where it is about to move, as indicated by a curved arrow, labeled 27. The lever arm is connected to a component, labeled 23, which is part of the rotating assembly. The entire assembly is housed within a structure, labeled 24, which has a diamond-shaped pattern on its sides. The diagram also shows a cross-section of a fluid medium, labeled 11, and a cross-section of a piston, labeled 23. The piston is shown in a position where it is about to move, as indicated by a curved arrow, labeled 27. The piston rod is connected to a lever arm, labeled 15, which is pivoted at a point, labeled 30. The lever arm is shown in a position where it is about to move, as indicated by a curved arrow, labeled 27. The lever arm is connected to a component, labeled 23, which is part of the rotating assembly. The entire assembly is housed within a structure, labeled 24, which has a diamond-shaped pattern on its sides.

15.

3423536

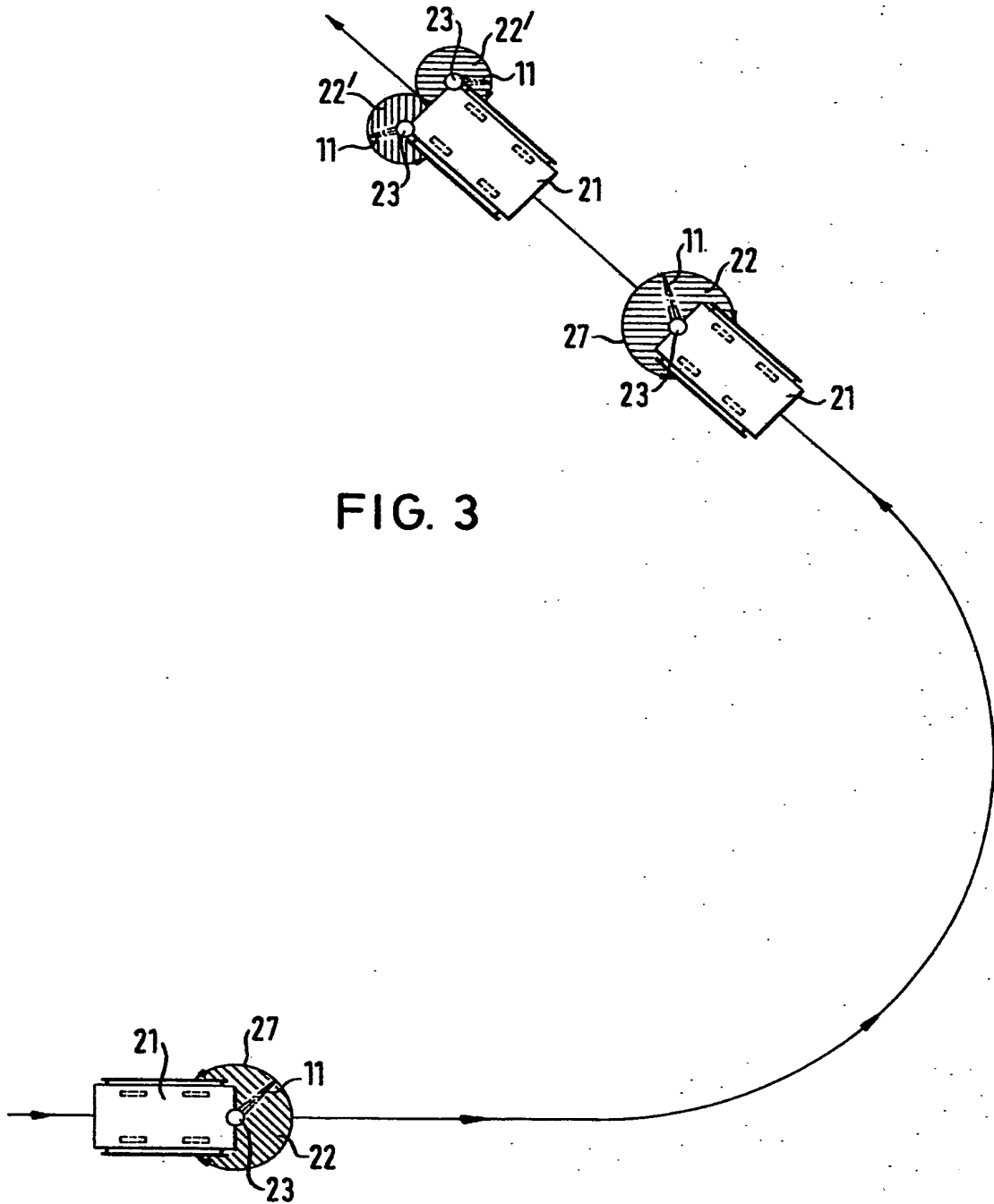
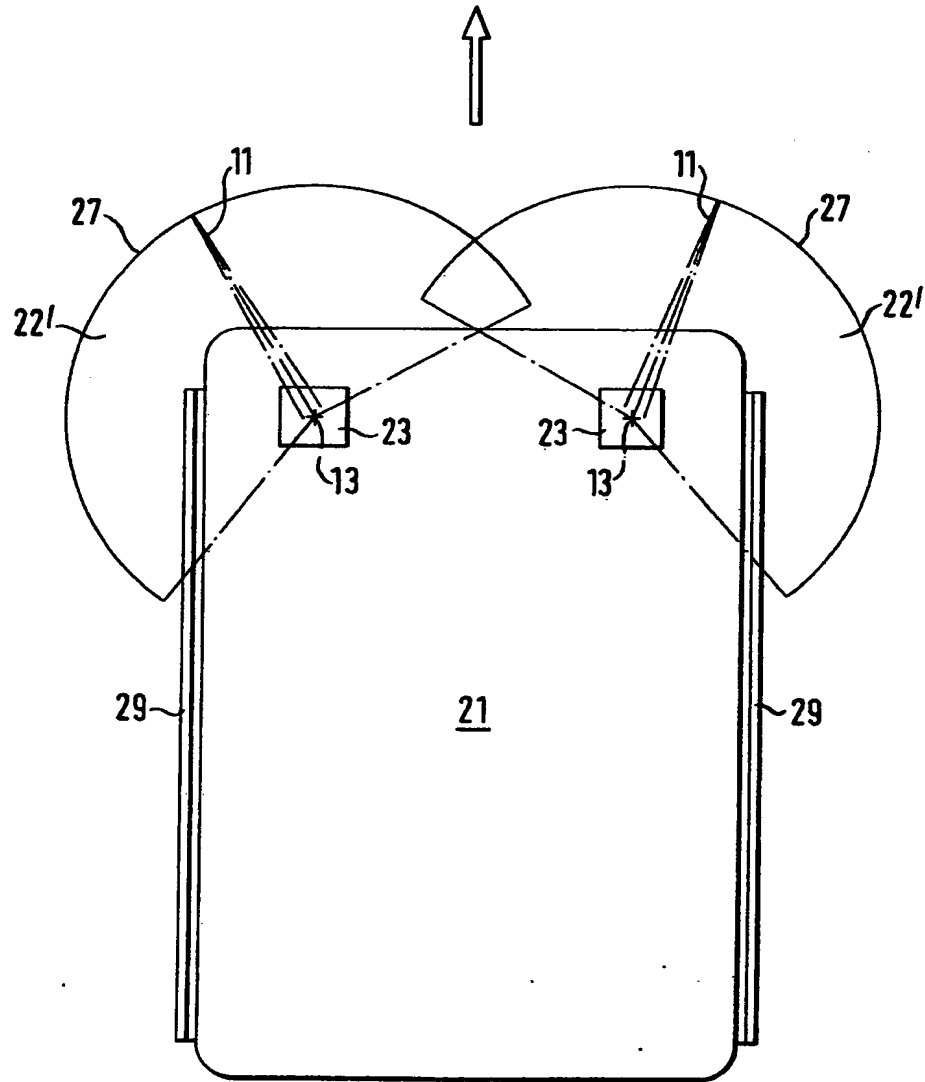


FIG. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.